

Характеризация углеродного нанопокрывтия оптического волокна с помощью атомно-силовой микроскопии и спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния света

С.В. Сапарина, С.С. Харинцев

*Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, 420008, г. Казань, Россия
sveta.saparina@yandex.ru*

Оптические волокна с углеродным покрытием различной толщины были исследованы методами атомно-силовой микроскопии и спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния света с целью определения оптимальных параметров защитного покрытия.

Characterization of carbon nanolayer of optical fibers via Atomic Force Microscopy and Tip-Enhanced Raman spectroscopy

S.V. Saparina, S.S. Kharintsev

Kazan Federal University, 420008, Kazan, Russia

Optical fibers with different carbon coatings thicknesses were investigated by atomic force microscopy and Tip-Enhanced Raman spectroscopy in order to determine the optimal parameters for the protective layer.

Одной из важных задач в области оптоволоконных технологий является создание оптических волокон, устойчивых к внешним экстремальным условиям. Для решения этой задачи сегодня в мире используются обычные кварцевые волокна, покрытые аморфным слоем углерода [1]. Однако проблема по определению оптимальных параметров защитного покрытия, таких как: толщина слоя, его аморфность и шероховатость до сих пор остается открытой.

С этой целью нами были исследованы оптические волокна с различной толщиной наносимого углеродного покрытия (от 1.4 нм до 98.6 нм) с помощью атомно-силовой микроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния света. В спектрах комбинационного рассеяния мы наблюдали две характерные моды колебаний: 1360 см^{-1} (D линия), которая обусловлена дефектами на краях и внутри графитовых плоскостей и 1590 см^{-1} (G линия), которая связана с C-C растяжениями в пентагонах углерода. По отношению интенсивностей I_G/I_D линий производители оптических волокон судят о степени кристалличности углеродного слоя волокна, как о критерии качества наносимого покрытия [2]. Однако по результатам таких исследований не удастся определить толщину, при которой наблюдается оптимальное сочетание всех параметров [3].

Для получения более полной информации мы исследовали структуру аморфного слоя углерода за пределами дифракции света, используя золотую наноантенну для увеличения сечения комбинационного рассеяния света. В TERS (англ. аббр. – «Tip-Enhanced Raman Spectroscopy») спектре помимо основных G и D линий впервые были обнаружены дополнительные спектральные линии: 210 см^{-1} (RBM линия), 1200 см^{-1} (D4 линия), 1500 см^{-1} (D3 линия), 1620 см^{-1} (D2 линия), отвечающие различным режимам вибрации углеродных аллотропов. Соотношения между интенсивностями этих компонент спектра позволяют более глубоко исследовать структуру наносимого покрытия, дать характеристику аморфности углеродного покрытия, дефектности графитовых пластин, концентрации сажи, образованной в качестве побочного продукта, а также определить производственную толщину углеродного слоя.

1. S.S Chakravarthy, W.K.S. Chiu, *J. Lightwave Technol.* **24**, 1356 (2006).
2. S. Sadezky, H. Muckenhuber, H. Grothe, R. Niessner, U. Pöschl, *Carbon* **43**, 1731 (2005).
3. G. Bolognini, A. Hartog, *Opt. Fiber Technol.* **19**, 678 (2013).